



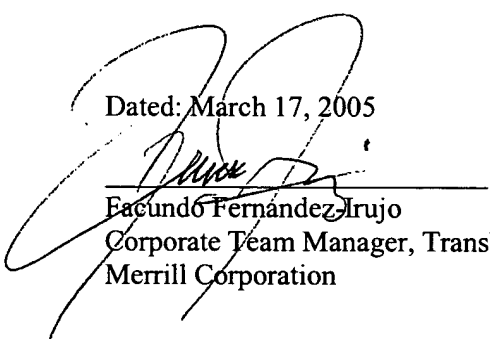
State of New York     )  
                                  )  
County of New York    )     ss:

**Best Available Copy**

**Certificate of Accuracy**

This is to certify that the attached patent, Method for operation of a radio communications system, and such a radio communications system, originally written in German is, to the best of our knowledge and belief, a true, accurate and complete translation into English.

Dated: March 17, 2005

  
Facundo Fernández Arujo  
Corporate Team Manager, Translations  
Merrill Corporation

Sworn to and signed before  
Me this 17<sup>th</sup> day of  
March, 2004

  
Notary Public

THOMAS C. ALWOOD  
Notary Public, State of New York  
No. 01AL6004438 Qualified in Kings County  
Certificate Filed in New York County  
Commission Expires: 3/24/2008

## Specification

**Post-Available Copy**

Method for operation of a radio communications system, and such a radio communications system

The invention relates to a method for operation of a radio communications system and such a radio communications system, in particular a mobile radio system with TDD subscriber separation, wherein the transmission characteristics of the radio channels are determined.

In radio communication systems, information (for example voice, video or other data) is transmitted by means of electromagnetic waves, via a radio interface, between a base station and a mobile station. The electromagnetic waves are, in this case, emitted as carrier frequencies that lie in the frequency band intended for the respective system. Frequencies in the frequency band around approximately 2000 MHz have been provided for future mobile radio systems using TD/CDMA transmission methods via the radio interface, such as the UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), or other third-generation systems.

Broadband TD-CDMA, namely a multiple access concept based on a time, frequency and code division multiplexing concept, has been selected as the transmission method for the TDD component of the concept for the third generation of mobile radios, such as the UMTS already mentioned. For UMTS, the TDD transmission method (Time Division Duplex) comprises a TMMA frame having a duration of 10 ms, which is subdivided into 16 time slots having a duration of 625  $\mu$ s, so that 16 time slots are available per frame. The time slots are split into time slots for the uplink and downlink. The switching point between the uplink and the downlink

can be shifted in the TDD frame in order to support asymmetric traffic. A precise definition of the TDD component of the proposed UMTS system can be found in the proposal "Draft ITU system description for the UTRA TDD component," ETSI SMG2 UMTS-L1, Tdoc SMG2 UMTS-L1 194/98.

Within each time slot with a length of 625  $\mu$ s, the user signals are additionally separated by means of spread codes. This means that more than one burst of a corresponding length can be transmitted within one time slot. This number of bursts within the same time slot may be allocated not only to different users but also partially or entirely to a single user. Different spread codes are used for the large number of bursts within the same time slot, in order to make it possible to distinguish between the various bursts.

The following problems in a third-generation mobile radio system have not yet been satisfactorily solved,

- carrying out rapid measurement of the base station in use and the adjacent base station,
- rapid handover of a mobile station to another base station,
- elimination of interference signals, and
- position finding by the radio station (mobile station).

The invention is thus based on the object of providing a method and a device that allow rapid and simple measurement of the base station in use and adjacent base stations.

The object is achieved by the features of claims 1 and 12. Preferred embodiments of the invention are the subject matter of the dependent claims.

In the method according to the invention for measurement of the transmission characteristics of the radio channels in a radio communications system having a number of base stations and at least one further radio station, time frames with a time slot structure are used for transmission in the radio communications system, and bursts are transmitted in each time slot. In this case, channel measurement sequences are transmitted independently of the data transmission. In contrast to conventional procedures in TDMA (time division multiple access) transmission systems, the primary concern is not minimizing interference, but rather rapid channel measurement with the measures that are dependent on it, such as position finding and handovers.

The base stations that are involved are preferably synchronized to one another. Furthermore, the channel measurement sequence is transmitted continuously at a constant power level. If a number of base stations are transmitting at the same time, then details relating to a number of channels will be available immediately. The channel measurement sequence is preferably transmitted in the middle of a burst, with cyclic correlation being used for channel measurement.

Particular advantages result, irrespective of the continuous transmissions of the channel measurement sequences, if individual base stations use the same channel measurement sequence. If the identical channel measurement sequence used for the individual base stations is transmitted by the various base stations using a different code phase, then this results in the channel measurement results being separate in time in the individual measurement windows of the correlation result. The channel characteristics of the various base stations, and the distances to them, can be determined from the measurements.

Furthermore, the channel measurement sequence in a predetermined time slot in the time frame may have a special identifier. In this case, the same channel measurement sequence is preferably used as that for the other time slots, with phase modulation being used for the channel measurement sequence in the predetermined time slot.  $180^\circ$  phase modulation of the channel measurement sequence in the predetermined time slot is preferably used from one time frame to the next. This allows a predetermined time slot in the time frame to be identified uniquely, with the 0-th time slot (the first time slot in a frame) preferably being identified in this way.

The invention furthermore relates to a radio communications system having a number of base stations (BS) and at least one radio station (MS) that uses the method described above.

The method according to the invention can be used for both TDD and FDD systems.

The particular advantages of the invention are that the channel measurement sequences are transmitted continuously at a constant power level, irrespective of the content or the power level of the data sections. The introduction of synchronization of the time slots and the use of measurement sequences based on cyclic correlation results in a reduction in interference from adjacent cells. Single-code or multi-code operation of the radio system is possible.

A preferred embodiment of the invention will be explained in the following, making reference to the drawings.

Figure 1 shows a schematic illustration of a burst in a time slot with a channel measurement sequence and data sections,

Figure 2 shows various bursts with a constant channel measurement sequence power level,

Figure 3 shows cells of adjacent base stations with typical reuse of the code phases, and

Figure 4 shows the measurement window of a mobile station with seven sections.

The preferred embodiment of the invention explained in the following is based on a radio system having a time slot structure and, to assist understanding, on time synchronization of the adjacent base stations. Various methods are known for achieving time synchronization. However, synchronization is not a precondition for the functionality of the method. If the delay times between base stations and mobile stations are short in comparison to the duration of a time slot, then the time slots are also synchronized in the mobile stations. Assuming ideal synchronization of the base stations, the only delays that occur are those that result from the differences in the distances between the respective mobile stations and the various base stations. Such delays increase with the distance from the base stations.

Figure 1 shows a schematic illustration of a burst B in a time slot ZS. Bursts B that last for a shorter period than that of the time slots ZS themselves are transmitted in each such time slot ZS. The guard time that results from this is intended to avoid interference resulting from different delay times and synchronization errors. A channel measurement sequence is transmitted during each burst B in order to measure the transmission characteristics of the radio channels. This channel measurement sequence is preferably transmitted in the middle of each

burst (shown black, so-called midamble MA). A time frame duration of 10 ms is assumed as a numerical example. This time frame is subdivided into 16 time slots of 625  $\mu$ s. A burst comprises, for example, two data blocks D1 and D2 each having a duration of 200  $\mu$ s and a channel measurement sequence, MA (midamble) having a duration of 200  $\mu$ s in the middle between the two data blocks D1, D2. This results in a total burst duration of 600  $\mu$ s, with the remaining 25  $\mu$ s in each time slot being used as a guard time. Information can be transmitted to one or more radio stations MS in the data blocks D1, D2. In this case, in addition to one transmission channel, a number of transmission channels may also be active at the same time, being separated from one another by different codes. A preferred embodiment for different codes is based on a Walsh-Hadamard transformation.

If it is further assumed that cyclic correlation is used for channel measurement, then the individual base stations can use the same channel measurement sequence, but this channel measurement sequence is transmitted with a different code phase by the various base stations. Cyclic correlation in the receivers of the mobile stations MS then results in the channel measurement results from the various base stations being separated in time in the individual measurement windows of the correlation result. Measurement windows of 25  $\mu$ s each result from the above numerical values when there are, for example, seven different equidistant code phases. As long as the sum of the delay spread, synchronization uncertainty and differences in the distances to the various base stations remains less than 25  $\mu$ s, there will be no mutual interference between the received channel measurement sequences of the various base stations. Thus, with regard to adjacent base stations, the channel measurement method is orthogonal, even though the measurement sequences are transmitted at the same time and are also received

in the mobile stations at the same time. With the above numerical example, 15  $\mu$ s, for example, is available for the measurement of the delay spread (signal scattering) and 10  $\mu$ s for synchronization uncertainties and distance differences, or 5  $\mu$ s for the measurement of the delay spread and 20  $\mu$ s for synchronization uncertainties and delay time differences, without any mutual interference occurring in the channel measurement.

As already stated, provided the distances between the base stations are not too great, the synchronization means that the channel measurement sequences based on cyclic correlation are orthogonal. All the base stations can thus transmit the channel measurement sequences continuously and at a constant power level. The data blocks D1, D2 themselves can be transmitted at a different power level, or may be omitted completely, as is illustrated in Figure 2, where the power level P of the data blocks D1, D2 is plotted in the vertical direction and the midamble MA is plotted for various power levels of the data blocks D1, D2. The power level of the channel measurement sequence in the midamble MA is always constant. This applies, for example, to time slots in which the respective base station is not connected to any radio station at that time. With the synchronization of the time slots and various code phases, the channel measurements by the mobile stations provide measured values for the transmission characteristics and attenuation levels relating to the various base stations, without data transmission interfering with these measurements.

With the above numerical example, adjacent base stations use a code phase stagger of 25  $\mu$ s. In the above example, the code phase is repeated after 7 base stations. This thus results in a "re-use cluster" of 7 for re-use of the same code phases for channel measurement by the mobile stations, as is illustrated in Figure 3. With the above numerical example, a mobile station



can measure the transmission characteristics of up to 7 base stations by evaluation of the received channel measurement sequences in a single time slot, as is shown by the schematically illustrated measurement windows in Figure 4. In principle, "re-use clusters" other than 7 can also be used, for example 3, 4, 6, 7, 9 etc. The larger the chosen "re-use cluster" size, the less is the possible interference from other base stations having the same code phase from beyond normal ranges.

A further advantage, in addition to rapid measurement of the base stations, is that one radio station can be handed over quickly from one base station to another base station, provided the time slots are synchronized. A radio station can measure a greater number of adjacent base stations at the same time in one time slot (in the above example up to six adjacent base stations) by evaluation of the channel measurement in a single time slot ZS. A radio station can thus be handed over from one base station to another base station from one time frame to the next, subject to the fixed base stations and the fixed network having appropriate capabilities. Interruption-free handover to another base station is thus feasible. The method allows very high speeds of reaction to changes in the radio environment, for example resulting from the speeds of the radio stations (single look MAHO).

Continuous transmission of the channel measurement sequences in the proposed radio system allows the radio stations to measure the transmission characteristics relating to various base stations in the (passive) reception mode during each midamble and, furthermore, allows the differences in the distances to the various base stations to be determined from the delay time differences. This allows passive operation

for finding the positions of the mobile stations, without the radio stations themselves having to transmit signals, and thus without overloading the transmission capacity of the radio system. In principle, the differences between the distances to three base stations are sufficient for position finding. The possibility of simultaneous measurement of up to 7 base stations in the example quoted here generally allows an increase in the measurement accuracy, due to the redundancy of the measured values obtained from the distance differences. In Figure 4, for example, the differences in the distances to up to seven base stations would be possible for the middle cluster in Figure 3. Channel measurement sequences received from more than normal ranges have no adverse effect on the measurement accuracy of the position finding process, since such signals occur later in time than the front edges of the channel pulse responses of the base stations that are to be measured and are significant for the distance difference measurement. The accuracy of the position finding process is dependent on the synchronization accuracy of the base stations and the resolution of the channel measurement, and thus on the bandwidth of the radio system. The information required for position finding, such as the position of the base stations and of the adjacent base stations, can be transmitted cyclically via a broadcast channel. Since position finding requires only the evaluation of received signals, any desired number of radio stations can determine their present position. This characteristic is important, for example, for telematics applications.

In a preferred development, the time slot 0 in the time frame is identified in a particular manner. However, it is preferable to use the same channel measurement sequence as in the other time slots. The channel measurement sequences can thus be phase-modulated in the time slot 0. In the simplest case, phase modulation of  $180^\circ$  can be used from one time frame to the next. Thus, if the mobile station is stationary, this results

in this time slot producing a result whose mathematical sign alternates, and this makes it simple to distinguish this from the results from the other time slots. If the radio stations are moving, shifts arise from the Doppler effect that occurs, but the time slot 0 can be identified uniquely from the other time slots.

The method explained is not limited to TDD radio systems, but can also be used in FDD systems in which time slots are also used. Furthermore, the system according to the invention can be operated with different frequency repetition factors (frequency re-use clusters). Preferred embodiments are frequency re-use clusters of 1, 3 and 4.

## Claims

1. A method of measurement of the transmission characteristics of the radio channels in a radio communications system having a number of base stations (BS) and at least one further radio station (MS), with the radio communications system having a time slot structure in a time frame,

wherein one of the base stations transmits data (D1, D2) in the form of bursts to one of the other radio stations, with each burst also having a specific channel measurement sequence (MA), characterized

in that the base station transmits the specific channel measurement sequence (MA) also in at least one time slot (ZS) in which no data are transmitted from the base station to one of the other radio stations.

2. The method as claimed in claim 1, characterized

in that the channel measurement sequence is transmitted at a constant power level and/or by a number of base stations (BS) at the same time.

3. The method as claimed in one of the preceding claims, characterized

in that the channel measurement sequence is transmitted in the middle of a burst (B).

4. The method as claimed in one of the preceding claims, characterized

in that the base stations (1, ..., 7) are synchronized.

5. The method as claimed in claim 4, characterized

in that cyclic correlation is used for channel measurement.

6. The method as claimed in claim 5,

characterized

in that the individual base stations (1, ..., 7) use the same channel measurement sequence.

7. The method as claimed in claim 6,  
characterized

in that the channel measurement sequence is transmitted with a different code phase by the various base stations (1, ..., 7).

8. The method as claimed in one of the preceding claims,  
characterized

in that the channel measurement sequence in a predetermined time slot (ZS) in the time frame has a special identifier.

9. The method as claimed in claim 8,  
characterized

in that the same channel measurement sequence as that in the other time slots (ZS) is used, with phase modulation being used in the channel measurement sequence in the predetermined time slot (ZS).

10. The method as claimed in claim 9,  
characterized

in that 180° phase modulation of the channel measurement sequence in the predetermined time slot (ZS) is used from one time frame to the next.

11. The method as claimed in one of claim 8-10,  
characterized

in that the predetermined time slot (ZS) is the 0-th time slot.

12. A radio communications system having a number of base stations (BS) and at least one radio station (MS) using the method as claimed in one of claims 1 to 11.

13. An apparatus as claimed in claim 12, with said apparatus being a TDD radio communications system.

14. The apparatus as claimed in claim 12, with said apparatus being an FDD radio communications system.

WO 00/14897

1

PCT/DE99/02804

## Beschreibung

Verfahren zum Betreiben eines Funk-Kommunikationssystems und derartiges Funk-Kommunikationssystem

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Funk-Kommunikationssystems und ein derartiges Funk-Kommunikationssystem, insbesondere ein Mobilfunksystem mit TDD-Teilnehmerseparierung, wobei die Übertragungseigenschaften der Funkkanäle bestimmt werden.

In Funk-Kommunikationssystemen werden Informationen (beispielsweise Sprache, Bildinformation oder andere Daten) mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen über eine Funkschnittstelle zwischen einer Basisstation und einer Mobilstation übertragen. Das Abstrahlen der elektromagnetischen Wellen erfolgt dabei mit Trägerfrequenzen, die in dem für das jeweilige System vorgesehenen Frequenzband liegen. Für zukünftige Mobilfunksysteme mit TD/CDMA-Übertragungsverfahren über die Funkschnittstelle, wie beispielsweise das UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) oder andere Systeme der dritten Generation sind Frequenzen im Frequenzband von ca. 2000 MHz vorgesehen.

Für die dritte Mobilfunkgeneration wie das bereits erwähnte UMTS wurde ein breitbandiges TD-CDMA, nämlich ein Vielfachzugriffskonzept basierend auf Zeit-, Frequenz- und Codemultiplex-Konzept, als Übertragungsverfahren für die TDD-Komponente des Konzeptes ausgewählt. Das TDD-Übertragungsverfahren (Time Division Duplex) bei UMTS umfaßt einen TDMA-Rahmen mit einer Dauer von 10 ms, der in 16 Zeitschlitz mit einer Dauer von 625 µs unterteilt ist, so daß 16 Zeitschlitz pro Rahmen zur Verfügung stehen. Die Zeitschlitz werden aufgeteilt in Zeitschlitz für die Aufwärts- und die Abwärtsverbindung. Der Umschaltpunkt zwischen der Aufwärts- und der Abwärtsver-

WO 00/14897

2

PCT/DE99/02804

bindung in dem TDD-Rahmen kann verschoben werden, um einen asymmetrischen Verkehr zu unterstützen. Eine genaue Definition der TDD-Komponente des vorgeschlagenen UMTS-Systems ist zu finden ist in dem Vorschlag "Draft ITU system description for the UTRA TDD component", ETSI SMG2 UMTS-L1, Tdoc SMG2 UMTS-L1 194/98 zu finden.

Innerhalb jeden Zeitschlitzes der Länge von 625  $\mu$ s wird eine zusätzliche Trennung der Benutzersignale durch Spreizcodes bewirkt. Dies bedeutet, daß innerhalb eines Zeitschlitzes mehr als ein Funkblock (burst) einer entsprechenden Länge übertragen werden kann. Diese mehreren Funkblöcke innerhalb des gleichen Zeitschlitzes können sowohl verschiedenen Benutzern als auch teilweise oder insgesamt einem einzigem Benutzer zugeordnet sein. Für die vielfachen Funkblöcke innerhalb des gleichen Zeitschlitzes werden verschiedene Spreizcodes verwendet, um die Unterscheidung zwischen den verschiedenen Funkblöcken zu ermöglichen.

Die folgenden Probleme eines Mobilfunksystems der dritten Generation sind noch nicht zufriedenstellend geklärt:

- Durchführung einer schnellen Vermessung der aktuellen und der benachbarten Basisstation,
- schnelle Übergabe einer Mobilstation an eine andere Basisstation,
- Elimination von Störsignalen, und
- Ortsbestimmung durch die Funkstation (Mobilstation).

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, mit der eine schnelle und einfache Vermessung aktueller und benachbarter Basisstationen ermöglicht wird.



WO 00/14897

3

PCT/DE99/02804

Die Aufgabe wird durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 12 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Vermessung der Übertragungseigenschaften der Funkkanäle eines Funk-Kommunikationssystems mit mehreren Basisstationen und mindestens einer weiteren Funkstation, werden zur Übertragung in dem Funk-Kommunikationssystem Zeitrahmen mit einer Zeitschlitzstruktur verwendet und in jedem Zeitschlitz Funkblöcke übertragen. Dabei werden Kanalmeßsequenzen unabhängig von der Datenübertragung ausgesendet. In Abkehr von üblichen Vorgehensweisen in TDMA (time division multiple access) Übertragungssystemen steht nicht die Interferenzminimierung, sondern die schnelle Kanalvermessung mit den davon abhängigen Maßnahmen, wie Ortsbestimmung und Übergaben, im Vordergrund.

Vorzugsweise sind die beteiligten Basisstationen untereinander synchronisiert. Ferner wird die Kanalmeßsequenz ständig mit konstanter Leistung ausgesendet. Senden mehrere Basisstationen gleichzeitig, so liegen sofort Angaben zu mehreren Kanälen vor. Vorzugsweise wird die Kanalmeßsequenz in der Mitte eines Funkblocks ausgesendet, wobei zur Kanalvermessung eine zyklische Korrelation verwendet wird.

Besondere Vorteile ergeben sich unabhängig von den ständigen Ausendungen der Kanalmeßsequenzen, wenn einzelne Basisstationen dieselbe Kanalmeßsequenz verwenden. Wird die für die einzelnen Basisstationen verwendete identische Kanalmeßsequenz mit unterschiedlicher Code-Phase von den verschiedenen Basisstationen gesendet, so ergeben sich zeitlich getrennte Ergebnisse der Kanalmessung in den einzelnen Meßfenstern des Korrelationsergebnisses. Aus den Messungen lassen sich die Kanaleigenschaften der verschiedenen Basisstationen sowie deren Entfernung bestimmen.

Ferner kann die Kanalmeßsequenz eines vorbestimmter Zeitschlitzes des Zeitrahmens eine besondere Kennzeichnung aufweisen. Dabei wird vorzugsweise die gleiche Kanalmeßsequenz wie diejenige der anderen Zeitschlitzte verwendet, wobei eine Phasenmodulation der Kanalmeßsequenz des vorbestimmten Zeitschlitzes verwendet wird. Vorzugsweise wird eine  $180^\circ$  Phasenmodulation der Kanalmeßsequenz des vorbestimmten Zeitschlitzes von Zeitrahmen zu Zeitrahmen verwendet. Dadurch kann ein vorbestimmter Zeitschlitz des Zeitrahmens eindeutig gekennzeichnet werden, wobei vorzugsweise der 0-te Zeitschlitz (der erste Zeitschlitz eines Rahmens) derart gekennzeichnet wird.

Ferner betrifft die Erfindung ein Funkkommunikationssystem mit mehreren Basisstationen (BS) und mindestens einer Funkstation (MS), die das im vorangegangenen beschriebenen Verfahren verwendet.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann sowohl für TDD- als auch für FDD-Systeme verwendet werden.

Die besonderen Vorteile der Erfindung sind darin zu sehen, daß die Kanalmeßsequenzen ständig mit konstanter Leistung ausgesendet werden, unabhängig von dem Inhalt oder der Leistung der Datenabschnitte. Durch das Einführen einer Synchronisation der Zeitschlitzte und die Verwendung von Meßsequenzen auf der Basis von zyklischen Korrelationen wird eine Reduktion von Störungen von Nachbarzellen erreicht. Ein single-code und multi-code Betrieb des Funksystems ist möglich.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung wird nachfolgend unter Verweis auf die Zeichnungen erläutert.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Funkblocks in einem Zeitschlitz mit einer Kanalmeßsequenz und Datenabschnitten,

WO 00/14897

5

PCT/DE99/02804

Fig. 2 zeigt verschiedene Funkblöcke mit konstanter Leistung der Kanalmeßsequenz,

Fig. 3 zeigt Zellen benachbarter Basisstationen mit typischer Wiederverwendung der Code-Phasen, und

Fig. 4 zeigt das Meßfenster einer Mobilstation mit 7 Abschnitten.

Bei der im folgenden erläuterten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird von einem Funksystem mit Zeitschlitzstruktur und zum besseren Verständnis von einer zeitlichen Synchronisation der benachbarter Basisstationen ausgegangen. Für die Realisierung der zeitlichen Synchronisation sind verschiedene Verfahren bekannt. Allerdings ist die Synchronisation keine Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit des Verfahrens. Sind die Laufzeiten zwischen Basisstationen und Mobilstationen klein gegenüber der Dauer eines Zeitschlitzes dann sind die Zeitschlitzte auch bei den Mobilstationen synchronisiert. Eine ideale Synchronisation der Basisstationen vorausgesetzt, ergeben sich lediglich Verschiebungen aus Entfernungsdifferenzen zwischen der jeweiligen Mobilstationen und den verschiedenen Basisstationen. Derartige Verschiebungen nehmen mit dem Abstand der Basisstationen zu.

Fig. 1 zeigt die schematische Darstellung eines Funkblocks B in einem Zeitschlitz ZS. In jedem derartigen Zeitschlitz ZS werden Funkblöcke B übertragen, welche zeitlich etwas kürzer sind als die Zeitschlitzte ZS selbst. Die sich daraus ergebende Schutzzeit soll Störungen durch unterschiedliche Laufzeiten sowie durch Synchronisationsfehler vermeiden. Für die Vermessung der Übertragungseigenschaften der Funkkanäle wird während der Funkblöcke B jeweils eine Kanalmeßsequenz ausgesandt. Dies erfolgt bevorzugt in der Mitte eines jeden

WO 00/14897

6

PCT/DE99/02804

Funkblocks (schwarz dargestellt, sog. Midamble MA). Als ein zahlenmäßiges Beispiel sei eine Zeitrahmendauer von 10 ms angenommen. Dieser Zeitrahmen wird in 16 Zeitschlitzte à 625  $\mu$ s unterteilt. Ein Funkblock besteht z.B. aus zwei Datenblöcken D1 und D2 von je 200  $\mu$ s Dauer und einer Kanalmeßsequenz MA (Midamble) von 200  $\mu$ s Dauer in der Mitte zwischen den beiden Datenblöcken D1, D2. Dies ergibt eine gesamte Funkblockdauer von 600  $\mu$ s, die verbleibenden 25  $\mu$ s in jedem Zeitschlitz werden als Schutzzeit verwendet. In den Datenblöcken D1, D2 können Informationen an eine oder mehrere Funkstationen MS übertragen werden. Dabei können neben einem Übertragungskanal auch mehrere Übertragungskanäle gleichzeitig aktiv sein, welche durch unterschiedliche Codes voneinander getrennt sind. Eine bevorzugte Ausführungsform für unterschiedliche Codes beruhen auf einer Walsh-Hadamard-Transformation.

Nimmt man weiter an, daß zur Kanalvermessung eine zyklische Korrelation verwendet wird, dann können die einzelnen Basisstationen dieselbe Kanalmeßsequenz verwenden, jedoch wird diese Kanalmeßsequenz mit unterschiedlicher Code-Phase von den verschiedenen Basisstationen gesendet. Eine zyklische Korrelation in den Empfängern der Mobilstationen MS ergibt dann zeitlich getrennte Ergebnisse der Kanalmessung in Bezug zu den verschiedenen Basisstationen in den einzelnen Meßfenstern des Korrelationsergebnisses. Mit den obigen Zahlenwerten ergeben sich z.B. bei 7 verschiedenen äquidistanten Code-Phasen Meßfenster von jeweils 25  $\mu$ s. Solange die Summe aus delay spread, Synchronisationsunsicherheit und Entfernungsunterschieden zu den verschiedenen Basisstationen kleiner als 25  $\mu$ s bleibt, ergeben sich keine gegenseitigen Störungen der empfangenen Kanalmeßsequenzen von den verschiedenen Basisstationen. Das Kanalmeßverfahren ist also im Bezug auf benachbarte Basisstationen orthogonal, obwohl die Meßsequenzen gleichzeitig ausgesandt und in den Mobilstationen auch

WO 00/14897

7

PCT/DE99/02804

gleichzeitig empfangen werden. Mit dem obigen Zahlenbeispiel stehen z.B. 15  $\mu$ s für die Messung des delay spreads (Signalstreuung) und 10  $\mu$ s für Synchronisationsunsicherheiten und Entfernungunterschiede zur Verfügung oder 5  $\mu$ s für die Messung des delay spreads und 20  $\mu$ s für Synchronisationsunsicherheiten und Laufzeitdifferenzen, ohne daß gegenseitige Störungen bei der Kanalmessung auftreten.

Wie bereits ausgeführt, sind auf Grund der Synchronisation bei nicht zu großen Abständen der Basisstationen die Kanalmeßsequenzen auf der Basis einer zyklischen Korrelation orthogonal. Alle Basisstationen können daher die Kanalmeßsequenzen ständig und mit einer konstanten Leistung aussenden. Die Datenblöcke D1, D2 selbst können mit einer anderen Leistung gesendet werden, oder überhaupt nicht vorhanden sein, was in Fig. 2 dargestellt ist, wo in vertikaler Richtung die Leistung P der Datenblöcke D1, D2 und der Midamble MA für verschiedenen Leistungen der Datenblöcke D1, D2 aufgetragen ist. Die Leistung der Kanalmeßsequenz in der Midamble MA ist immer konstant. Dies gilt z.B. für Zeitschlitz, in denen die jeweilige Basisstation momentan keine Verbindung zu einer Funkstation hat. Mit der Synchronisation der Zeitschlitz und verschiedenen Code-Phasen liefern die Kanalmessungen durch die Mobilstationen Meßwerte für die Übertragungseigenschaften und Dämpfungen zu den verschiedenen Basisstationen, wobei diese Messungen nicht durch die Datenübertragung gestört werden

Mit dem obigen Zahlenbeispiel verwenden benachbarte Basisstationen eine Staffelung der Code-Phasen von 25  $\mu$ s. Eine Wiederholung der Code-Phase erfolgt in dem obigen Beispiel nach 7 Basisstationen. Man hat damit für die Kanalvermessung durch die Mobilstationen ein „re-use cluster“ von 7 für die Wiederverwendung gleicher Code-Phasen geschaffen, was in Fig. 3 dargestellt ist. Eine Mobilstation kann, mit dem obigen Zah-

WO 00/14897

8

PCT/DE99/02804

lenbeispiel, die Übertragungseigenschaften von bis zu 7 Basisstationen durch die Auswertung der empfangenen Kanalmeßsequenzen eines einzigen Zeitschlitzes vermessen, was durch die schematisch dargestellten Meßfenster der Fig. 4 dargestellt ist. Es können grundsätzlich auch andere „re-use cluster“ als 7 zum Einsatz kommen, z.B. 3, 4, 6, 7, 9, usw.. Je größer das „re-use cluster“ gewählt wird, um so geringer werden die möglichen Störungen durch andere Basisstationen der gleichen Code-Phase aus Überreichweiten.

Als weiterer Vorteil, neben der schnellen Vermessung der Basisstationen, ist eine schnelle Übergabe einer Funkstation von einer Basisstation an eine andere Basisstation möglich, falls die Zeitschlitz synchronisiert sind. Eine Funkstation kann in einem Zeitschlitz gleichzeitig eine größere Anzahl von Nachbar-Basisstationen vermessen (in dem obigen Beispiel bis zu sechs Nachbar-Basisstationen durch Auswerten der Kanalmessung in einem einzigen Zeitschlitz ZS. Ein Übergeben einer Funkstation von einer Basisstation an eine andere Basisstation kann daher von einem Zeitrahmen zu einem anderen Zeitrahmen erfolgen, entsprechende Fähigkeiten der festen Basisstationen und des festen Netzwerkes vorausgesetzt. Eine unterbrechungsfreie Übergabe an eine andere Basisstation ist damit möglich. Das Verfahren erlaubt sehr hohe Reaktionsgeschwindigkeiten auf Veränderungen der Funkumgebung, beispielsweise auf Grund von Geschwindigkeiten der Funkstationen („single look“ MAHO).

Das ständige Aussenden der Kanalmeßsequenzen in dem vorgeschlagenen Funksystem ermöglicht den Funkstationen im (passiven) Empfangsbetrieb während jeder „Midamble“ die Übertragungseigenschaften zu den verschiedenen Basisstationen zu vermessen und darüber hinaus aus den Laufzeitdifferenzen die Entfernungsdifferenzen zu den verschiedenen Basisstationen bestimmen zu können. Dies erlaubt eine passive Betriebsweise

WO 00/14897

9

PCT/DE99/02804

zur Ortsbestimmung der Funkstationen, ohne eigenes Ausstrahlen von Sendesignalen durch die Funkstationen und damit ohne Belastung der Übertragungskapazität des Funksystems. Zur Ortsbestimmung sind prinzipiell die Entfernungsdifferenzen zu 3 Basisstationen ausreichend. Mit der Möglichkeit der gleichzeitigen Vermessung von bis zu 7 Basisstationen in dem hier vorgestellten Beispiel ist im allgemeinen eine Erhöhung der Meßgenauigkeit möglich wegen der Redundanz der vorliegenden Meßwerte der Entfernungsdifferenzen. In Fig. 4 wären z.B. die Entfernungsdifferenzen für das mittlere Cluster der Fig. 3 von bis zu 7 Basisstationen möglich. Empfangene Kanalmeßsequenzen aus Überreichweiten beeinträchtigen die Meßgenauigkeit der Ortsbestimmung nicht, da derartige Signale zeitlich später eintreffen als die Vorderflanken der Kanalimpulsantworten von den zu vermessenden Basisstationen, welche zur Entfernungsdifferenzmessung wesentlich sind. Die Genauigkeit der Ortsbestimmung ist abhängig von der Synchronisiergenauigkeit der Basisstationen und der Auflösung der Kanalmessung und damit der Bandbreite des Funksystems. Über einen "broadcast channel" können die erforderlichen Informationen zur Ortsbestimmung, wie Position der Basisstationen und der Nachbar-Basisstationen zyklisch ausgestrahlt werden. Da die Ortsbestimmung nur die Auswertung empfangener Signale erfordert, können beliebig viele Funkstationen ihren aktuellen Standort bestimmen. Diese Eigenschaft ist z.B. für Telematik-Anwendungen wichtig.

In einer bevorzugten Weiterführung wird der Zeitschlitz 0 des Zeitrahmens besonders gekennzeichnet. Vorzugsweise sollte jedoch die gleiche Kanalmeßsequenz wie in den anderen Zeitschlitzen verwendet werden. Es bietet sich deshalb eine Phasenmodulation der Kanalmeßsequenzen im Zeitschlitz 0 an. Im einfachsten Fall kann eine Phasenmodulation von  $180^\circ$  von Zeitrahmen zu Zeitrahmen verwendet werden. Bei einer ruhenden Mobilstation ergibt sich also ein im Vorzeichen alternieren-

WO 00/14897

10

PCT/DE99/02804

des Ergebnis für diesen Zeitschlitz, welches einfach von den Ergebnissen der anderen Zeitschutze unterschieden werden kann. Bei bewegten Funkstationen ergeben sich Verschiebungen durch den auftretenden Dopplereffekt, jedoch ist der Zeitschlitz 0 gegenüber den anderen Zeitschlitzten eindeutig identifizierbar.

Das erläuterte Verfahren ist nicht auf TDD-Funksysteme beschränkt, sondern kann auch in FDD-Systemen verwendet werden, in denen ebenfalls Zeitschlitze (slots) eingerichtet sind. Ferner kann das erfindungsgemäße System mit unterschiedlichen Frequenzwiederholungsfaktoren (frequency reuse cluster) betrieben werden. Bevorzugte Ausführungsformen sind Frequenzwiederholungsfaktoren von 1, 3 und 4.



## Patentansprüche

1. Verfahren zur Vermessung der Übertragungseigenschaften der Funkkanäle eines Funk-Kommunikationssystems mit mehreren Basisstationen (BS) und mindestens einer weiteren Funkstation (MS), wobei das Funk-Kommunikationssystem eine Zeitschlitzstruktur eines Zeitrahmens aufweist, bei dem eine der Basisstationen Daten (D1, D2) in Form von Funkblöcken zu einer der weiteren Funkstationen überträgt, wobei jeder Funkblock außerdem eine bestimmte Kanalmeßsequenz (MA) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Basisstation die bestimmte Kanalmeßsequenz (MA) auch in wenigstens einem Zeitschlitz (ZS) aussendet, in dem keine Daten von der Basisstation zu einer der weiteren Funkstationen übertragen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalmeßsequenz mit konstanter Leistung und/oder von mehreren Basisstationen (BS) gleichzeitig ausgesendet wird.
3. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalmeßsequenz in der Mitte eines Funkblocks (B) ausgesendet wird.
4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Basisstationen (1,...,7) synchronisiert sind.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Kanalvermessung eine zyklische Korrelation verwendet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5,

12

dadurch gekennzeichnet,  
daß die einzelnen Basisstationen (1,...,7) dieselbe Kanalmeß-  
sequenz verwenden.

- 5 7. Verfahren nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Kanalmeßsequenz mit unterschiedlicher Code-Phase von  
den verschiedenen Basisstationen (1,...,7) gesendet wird.
- 10 8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Kanalmeßsequenz eines vorbestimmten Zeitschlitzes  
(ZS) des Zeitrahmens eine besondere Kennzeichnung aufweist.
- 15 9. Verfahren nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die gleiche Kanalmeßsequenz wie diejenige der anderen  
Zeitschlitz (ZS) verwendet wird, wobei eine Phasenmodulation  
der Kanalmeßsequenz des vorbestimmten Zeitschlitzes (ZS)
- 20 verwendet wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß eine 180° Phasenmodulation der Kanalmeßsequenz des vorbe-
- 25 stimmten Zeitschlitzes (ZS) von Zeitrahmen zu Zeitrahmen ver-  
wendet wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8-10,  
dadurch gekennzeichnet,
- 30 daß der vorbestimmte Zeitschlitz (ZS) der 0-te Zeitschlitz  
ist.
12. Funkkommunikationssystem mit mehreren Basisstationen (BS)  
und mindestens einer Funkstation (MS) unter Verwendung des
- 35 Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11.

GR 98 P 2493

12a

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, wobei es sich um ein TDD-Funkkommunikationssystem handelt.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12, wobei es sich um ein FDD-Funkkommunikationssystem handelt.

5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**